

REC'D PTO 11 MAR 2005

10/527471

A2



REQU	21 OCT. 2003
OMPI	

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 45 382.9

**Anmeldetag:** 28. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** PAPST-MOTOREN GmbH & Co KG,  
St Georgen im Schwarzwald/DE

**Bezeichnung:** Anordnung und Verfahren zur Wärmeab-  
fuhr von einem zu kühlenden Bauteil

**IPC:** G 06 F 1/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Stech

P61.12D262  
DE-9019  
26.9.2002

**Anmelderin:** PAPST-MOTOREN GMBH & CO KG  
Hermann-Papst-Straße 1  
78112 St. Georgen

**Bezeichnung:** Anordnung und Verfahren zur Wärmeabfuhr von einem zu kühlenden Bauteil

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Wärmeabfuhr von einem zu kühlenden Bauteil, welche aufweist: eine Pumpe zum Pumpen eines Kühlmittels, welche Pumpe einen Pumpenrotor aufweist, einen Lüfter, welcher einen Lüfterrotor aufweist, dem zu seinem Antrieb ein Elektromotor zugeordnet ist, wobei der Pumpenrotor und der Lüfterrotor flüssigkeitsdicht voneinander getrennt und über eine Magnetkupplung antriebsmäßig miteinander verbunden sind.

Weiterhin geht es um ein Verfahren zur Wärmeabfuhr von einem zu kühlenden Bauteil, mit einem Lüfter, welcher einen Lüfterrotor und einen Antriebsmotor aufweist, mit einer Pumpe, welche einen Pumpenrotor aufweist, mit einem Kühlmittel, welches durch die Pumpe pumpbar ist, mit folgenden Schritten:

- A) Der Lüfterrotor wird durch den Antriebsmotor in eine Rotationsbewegung versetzt;
- B) der Pumpenrotor wird über die Magnetkupplung durch die Rotationsbewegung des Lüfterrotors in eine Rotationsbewegung versetzt;
- C) das Kühlmittel wird durch die Rotationsbewegung des Pumpenrotors in Strömung versetzt.

1/9

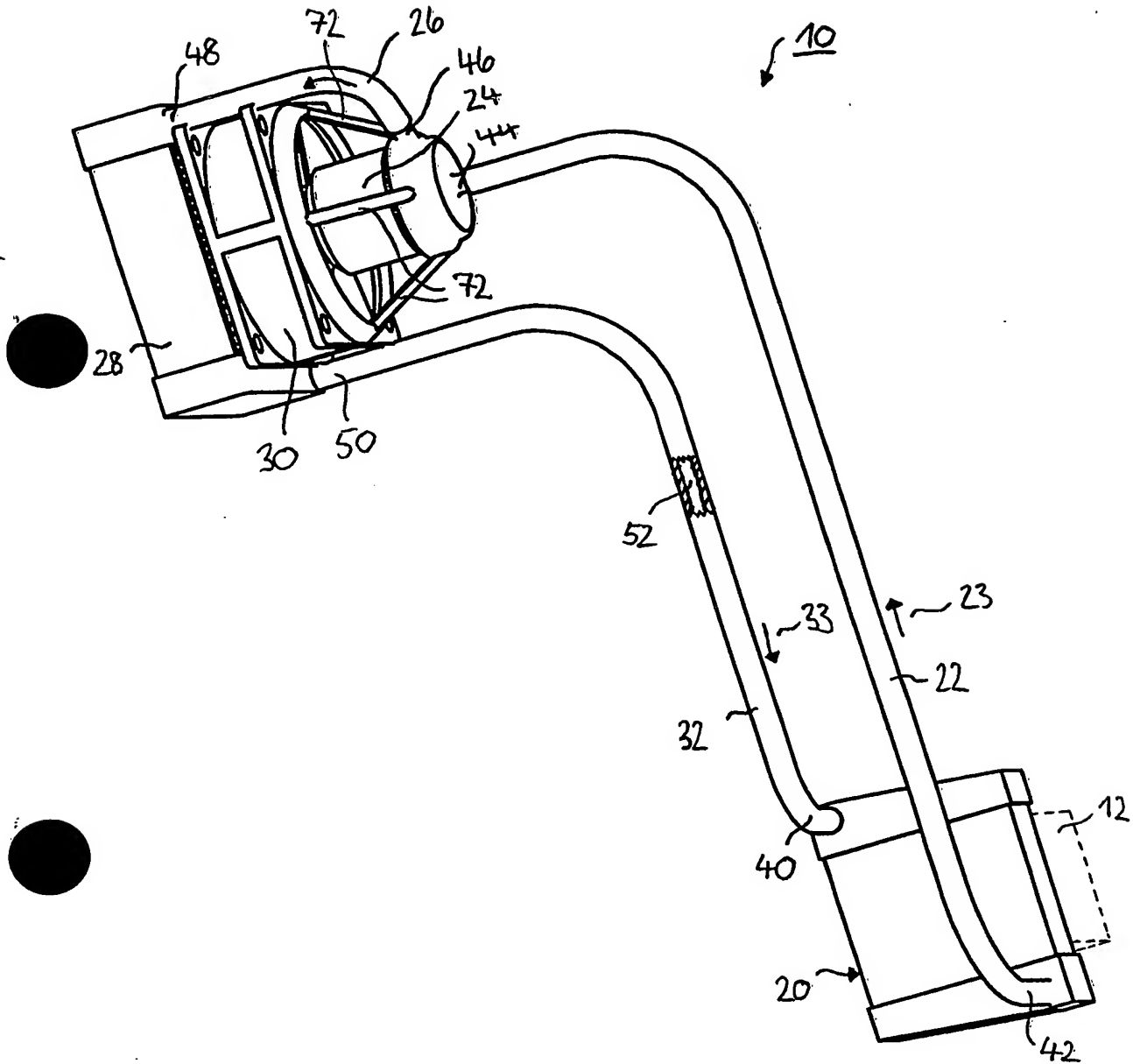


Fig. 1

## **Anordnung und Verfahren zur Wärmeabfuhr von einem zu kühlenden Bauteil**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zum Kühlen eines Bauteils.

Viele Bauteile, insbesondere elektrische Bauteile wie Mikroprozessoren, werden immer leistungsfähiger und verbrauchen gleichzeitig immer mehr elektrische Leistung.

Es ist deshalb eine Aufgabe der Erfindung, eine neue Anordnung und ein neues Verfahren zum Kühlen eines Bauteils bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung gelöst durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1. Durch die Magnetkupplung wird der Pumpenbereich von dem Lüfterbereich fluiddicht getrennt. Dies stellt sicher, dass das Kühlmittel ständig zur Kühlung zur Verfügung steht und, dass das Kühlmittel nicht ausläuft und Schäden verursacht. Weiterhin wird für den Lüfter und den Rotor nur ein Antrieb benötigt, was Teile, Gewicht und Kosten spart.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe auch gelöst durch das Verfahren nach Anspruch 18. Die Übertragung der Rotationsbewegung des Lüfterrotors auf den Pumpenrotor vereinfacht den Aufbau und vermindert die notwendige Teileanzahl.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in den Zeichnungen dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen, sowie aus den Unteransprüchen. Es zeigt:

Fig. 1 eine raumbildliche Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fluidkühlvorrichtung,

Fig. 2 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Wärmeaufnehmers,

Fig. 3 einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer, gesehen längs der Linie III-III der Fig. 2,

Fig. 4 eine Draufsicht auf den Wärmeaufnehmer, gesehen in Richtung des Pfeils IV der Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer, gesehen längs der Linie V-V der Fig. 4,

Fig. 6 einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer, gesehen längs der Linie VI-VI der Fig. 4,

Fig. 7 eine Seitenansicht der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fluidkühlvorrichtung der Fig. 1,

Fig. 8 einen Schnitt durch die Fluidkühlvorrichtung, gesehen längs der Linie VIII-VIII der Fig. 7,

Fig. 9 eine Explosionsdarstellung einer bei Fig. 1 beispielhaft verwendeten Kreiselpumpe,

Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Wärmetauscher 28, wie er bei Fig. 1 verwendet wird,

Fig. 11 eine Lamelle eines Wärmetauschers mit einem ausgebogenen Blechstück,

Fig. 12 eine Lamelle eines Wärmetauschers mit einer bevorzugten Ausführungsform eines ausgebogenen Blechstücks, und

Fig. 13 eine Temperatur-Drehzahl-Kennlinie zur Bestimmung der erforderlichen Drehzahl.

**Fig. 1** zeigt eine raumbildliche Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Fluidkühlvorrichtung 10. Die Fluidkühlvorrichtung 10 dient bevorzugt zur Kühlung eines – nur schematisch dargestellten – elektronischen Bauteils 12, insbesondere eines Mikrocontrollers  $\mu C$ , Prozessors oder Mikroprozessors  $\mu P$ .

Die Fluidkühlvorrichtung 10 weist einen Wärmeaufnehmer 20, eine Schlauchableitung 22, eine Fluidpumpe 24, eine Schlauchzwischenleitung 26, einen Wärmetauscher 28, einen Lüfter 30 sowie eine Schlauchzuleitung 32 auf. Die Strömungsrichtungen sind durch Pfeile 23 bzw. 33 angedeutet

Der Wärmeaufnehmer 20 weist einen Einlass 40 und einen Auslass 42 auf, die Pumpe 24 einen Einlass 44 und einen Auslass 46, und der Wärmetauscher 28 einen Einlass 48 und einen Auslass 50.

Der Auslass 42 des Wärmeaufnehmers 20 ist über die Schlauchableitung 22 mit dem Einlass 44 der Pumpe 24 verbunden. Der Auslass 46 der Pumpe 24 ist über die Schlauchzwischenleitung 26 mit dem Einlass 48 des Wärmetauschers 28 verbunden. Der Auslass 50 des Wärmetauschers 28 ist über die Schlauchzuleitung 32 mit dem Einlass 40 des Wärmeaufnehmers verbunden.

Der Wärmeaufnehmer 20, die Schlauchableitung 22, die Pumpe 24, die Schlauchzwischenleitung 26, der Wärmetauscher 28 und die Schlauchzuleitung 32 bilden somit einen Kühlkreislauf, in dem ein Kühlmittel 52 zirkulieren kann. Das Kühlmittel 52 kann ein Fluid sein, beispielsweise ein Glykol-Wasser-Gemisch (Kühlflüssigkeit).

#### Wirkungsweise der Fig. 1

Der Wärmeaufnehmer 20 wird von dem Kühlmittel 52 durchströmt, welches am Einlass 40 eine Temperatur unterhalb der Oberflächentemperatur des Prozessors 12 hat, im Wärmeaufnehmer 20 Wärme von dem Prozessor 12 aufnimmt und am Auslass 42 eine Temperatur hat, welche eine geringere Differenz zur Oberflächentemperatur des Prozessors 12 als am Einlass 40 hat.

Das Kühlmittel 52 gelangt über die Leitung 22 zur Pumpe 24, welche den Kühlmittelkreislauf in Bewegung hält und über die Leitung 26 zum Einlass 48 des Wärmetauschers 28 pumpt.

Das in den Wärmetauscher 28 eintretende Kühlmittel 52 hat eine höhere Temperatur als der luftseitig in den Wärmetauscher eintretende, vom Lüfter 30 getriebene Luftstrom. Dadurch wird Wärme von dem Kühlmittel 52 auf die Luft übertragen, und das Kühlmittel 52 kühlt sich ab.

Das abgekühlte Kühlmittel wird schließlich über den Auslass 50 des Wärmetauschers 28 und die Leitung 32 dem Wärmeaufnehmer 20 über dessen Einlass 40 zugeführt, um den Prozessor 12 zu kühlen.

Die Anordnung der Pumpe 24 vor dem Einlass des Wärmetauschers 28 ist günstig, da beim Pumpvorgang eine geringfügige Erwärmung des Kühlmittels 52 stattfindet. Durch die höhere Temperaturdifferenz im Wärmetauscher 28 arbeitet dieser effektiver und erzielt eine größere Kühlleistung, als wenn die Pumpe 24 erst nach dem Wärmetauscher 28 angeordnet wäre.

**Fig. 2** zeigt eine Seitenansicht des Wärmeaufnehmers 20.

**Fig. 3** zeigt einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer 20, gesehen längs der Linie III-III der Fig. 2.

**Fig. 4** zeigt eine Draufsicht auf den Wärmeaufnehmer 20 von der dem Prozessor 12 abgewandten Seite.

**Fig. 5** zeigt einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer 20, gesehen längs der Linie V-V der Fig. 4.



**Fig. 6** zeigt einen Schnitt durch den Wärmeaufnehmer 20, gesehen längs der Linie VI-VI der Fig. 4.

Der Wärmeaufnehmer 20 weist einen Wärmeaufnahmekörper 64 mit einer Vielzahl von Lamellen 66 und zwischen den Lamellen 66 liegenden Kanälen 68, ein Einlassseitenteil 60 mit dem Einlass 40 und ein Auslassseitenteil 62 mit dem Auslass 42 auf.

Eine aus wirtschaftlicher Sicht bevorzugte Ausführungsform des Wärmeaufnahmekörpers 64 wird durch Strangpressen aus einem Material mit guter Wärmeleitfähigkeit hergestellt. Die Verwendung von Aluminium hat sich als günstig erwiesen, da dies kostengünstig ist und Gewichtsvorteile bringt. Durch das geringe Gewicht wird das Risiko einer Beschädigung des Bauteils 12 durch eine dynamische Belastung deutlich reduziert.

Das Einlassseitenteil 60 und das Auslassseitenteil 62 werden mit dem Wärmeaufnahmekörper 64 fluiddicht verbunden.

Das Kühlmittel 52 gelangt durch den Einlass 40 in das Einlassseitenteil 60, von dort über die Kanäle 68 des Wärmeaufnahmekörpers 64 zu dem Auslassseitenteil 62, welches es durch den Auslass 42 verlässt.

Beim Durchströmen der Kanäle 68 nimmt das Kühlmittel Wärme auf, welche von der Oberseite 13 des Prozessors 12 auf die dem Prozessor zugewandten Seite 70 des Wärmeaufnahmekörpers 64 und damit auch auf die Lamellen 66 übertragen wurde.

**Fig. 7** zeigt eine Seitenansicht der bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Fluidkühlvorrichtung 10 der Fig. 1.

**Fig. 8** zeigt schematisch einen Schnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform der Fluidkühlvorrichtung 10.

Der Lüfter 30 weist ein Lüftergehäuse 71, einen an diesem über eine Mehrzahl von Speichen 74 befestigten Stator 76 und einen Rotor 78 mit Lüfterblättern auf.

Die Pumpe 24 weist eine mit dem Rotor 78 des Lüfters 30 verbundene Magnetglocke 80 auf, ein Pumpengehäuse 82 mit einem Lagerzapfen 83 und ein Pumpenrad 84 mit Pumpschaufeln 86.

Das Pumpengehäuse 82 ist über eine Haltespinne 72 mit dem Lüftergehäuse 71 verbunden.

Der Wärmetauscher 28 ist auf der der Pumpe 24 gegenüberliegenden Seite mit dem Lüfter 30 verbunden.

Die Pumpe 24 wird über eine magnetische Kopplung durch den Rotor 78 des Lüfters 30 angetrieben. Hierzu ist die Magnetglocke 80 mit dem Rotor 78 fest verbunden. Das Pumpengehäuse 82 wird von der Haltespinne 72 gehalten, so dass es sich nicht mit der Magnetglocke 80 mitdrehen kann. Das Pumpenrad 84 ist ebenfalls magnetisch und in dem Pumpengehäuse 82 über den Lagerzapfen 83 drehbar gelagert. Ebenso ist die Magnetglocke 80 über das Pumpengehäuse 82 gelagert. Bei einer Drehung der Magnetglocke 80 durch den Motor 76 des

Lüfters 30 wird somit das Pumprad 84 mitbewegt, und dadurch werden die Pumpenflügel 86 angetrieben. Dies bewirkt ein Pumpen des Kühlmittels 52 nach dem Prinzip einer Kreiselpumpe.

Durch die Kopplung von Lüfter 30 und Pumpe 24 kann eine direkte Regelung der Temperatur des Bauteils 12 erfolgen. Bei einer geringen Belastung des Prozessors 12 ist somit ein geräuschärmerer Betrieb möglich.

Bevorzugt weist die Kühlvorrichtung einen Drehzahlregler n-RGL 122 zur Regelung der Drehzahl des Lüfters 30 auf. Die Solldrehzahl für den Drehzahlregler wird bevorzugt in Abhängigkeit von einem Temperaturwert bestimmt, welcher Temperaturwert von einem an dem zu kühlenden Bauteil 12 angebrachten Temperatursensor 120 ermittelt wird.

Als Alternative zu der Kunststoff-Kunststoff-Lagerung des Pumprades 84 in dem Pumpengehäuse 82 ist eine Lagerung über ein Wälzlager oder auch über eine radiale Lagerform möglich.

**Fig. 9** zeigt eine Explosionsdarstellung der beispielhaft verwendeten Kreiselpumpe 24.

Das Pumpengehäuse 82 weist ein erstes Gehäuseteil 82' und ein zweites Gehäuseteil 82" auf. In dem ersten Gehäuseteil 82' sind der Einlass 44 und der Auslass 46 angeordnet, und in dem zweiten Gehäuseteil 82" der Lagerzapfen 83. Das erste Gehäuseteil 82' und das zweite Gehäuseteil 82" werden z.B. durch Spritzgießen aus einem geeigneten Kunststoff gefertigt. Eine Verbindung der beiden Gehäuseteile geschieht beispielsweise über Ultraschallschweißen.

Das Pumpenrad 84 weist an seiner dem ersten Gehäuse zugewandten Seite die Pumpenschaufeln 86 auf und wird z.B. durch Spritzgießen aus einem geeigneten Kunststoff angefertigt. In dem Kunststoff werden Magnetpartikel oder -segmente wie z.B. Hartferritpulver eingebettet, und nach dem Spritzgießen wird die gewünschte Magnetisierung aufmagnetisiert, wie in Fig. 9 durch N (Nordpol) und S (Südpol) angedeutet. Dadurch weist das Pumpenrad 84 neben seiner Eigenschaft als Fluidstromerzeuger auch die Fähigkeit auf, das von der Magnetglocke 80 erzeugte magnetische Moment stopfbuchsenlos auf das Pumpenrad 84 zu übertragen.

Die Magnetglocke 80 wird als Stahltiefziehteil oder als Stahlglocke mit einem Magnetring oder bevorzugt in gleicher Weise wie das Pumprad 84 aus einem spritzgießbaren Kunststoff mit eingebetteten Magnetpartikeln oder -segmenten hergestellt, und anschließend wird die gewünschte Magnetisierung aufmagnetisiert, wie ebenfalls in Fig. 9 gezeigt.

Bei der Montage wird das Pumpenrad 84 in das zweite Gehäuseteil 82" eingesetzt, das erste Gehäuseteil 82' wird aufgeschoben, und die beiden Gehäuseteile 82', 82" werden fluiddicht verbunden. Daraufhin wird das Pumpengehäuse 82 in die Magnetglocke 80 geschoben.

Es ergibt sich eine Pumpe 24 mit sehr geringer Teilezahl, welche kostengünstig gefertigt werden kann. Weiterhin ist die Leckagefreiheit durch die magnetische Kopplung viel leichter zu erreichen als durch eine durchlaufende Welle, was beispielsweise bei einem Einsatz im Inneren einer Rechenanlage eine Notwendigkeit darstellt.

Das Pumpenrad 84 und/oder die Magnetglocke 80 können alternativ statt aus einem Kunststoff mit eingebetteten Magnetpartikeln z.B. aus gepressten Magneten oder gepressten Magneten mit umspritztem Kunststoff bestehen.

**Fig. 10** zeigt eine Draufsicht auf eine bevorzugte Ausführungsform des Wärmetauschers 28.

Der Wärmetauscher 28 weist ein Gehäuse 88 mit einem Einlasseitenteil 88 mit dem Einlass 48, mit einem Auslasseitenteil 92 mit dem Auslass 50, eine Mehrzahl von Kanälen 94, welche sich zwischen dem Einlasseitenteil 88 und dem Auslasseitenteil 92 erstrecken, und eine Mehrzahl von sich zwischen den Kanälen 94 erstreckenden Lamellenbereichen 96 auf.

Das Kühlmittel 72 gelangt durch den Einlass 48 in das Einlasseitenteil 90 des Wärmetauschers 28, von dort gelangt es über die Kanäle 94 in das Auslasseitenteil 92, von wo es den Wärmetauscher über den Auslass 50 verlässt.

Die der Erhöhung der Wärmetauscherfläche dienenden Lamellenbereiche 96 werden von der Luft durchströmt, welche von dem Lüfter 30 in Bewegung gesetzt wird. Hierzu ist der Wärmetauscher im Luftstrombereich des Lüfters 30 angeordnet, vgl. Fig. 8.

Die vom Kühlmittel 52 auf die Luft übertragene Wärme sorgt für eine Abkühlung des Kühlmittels 52

Die Fluidkühlvorrichtung 10 hat bevorzugt weitere (nicht dargestellte) Anschlüsse, über die Leitungen von weiteren Wärmeaufnehmern 20 anschließbar sind. Bevorzugt wird sie komplett vormontiert und befüllt, so dass beispielsweise eine Montage im Rechnergehäuse problemlos ausgeführt werden kann. Der Lüfter 30 belüftet so gleichzeitig andere Komponenten in dem Computergehäuse, z.B. Grafikkarten, Chipsatzbausteine und Festplatten. Dadurch wird die Gesamtkühlung des Systems verbessert.

Die Strömungsrichtung der Luft führt bevorzugt wärmetauscherabströmseitig, also auf der Seite, auf der die Luft austritt, unmittelbar aus dem Gehäuse, z.B. einer Rechenanlage, hinaus. Im Gehäuse befindliche andere Komponenten werden dadurch effektiver gekühlt, was die Lebensdauer der Rechenanlage erhöht und/oder eine geringere Luftströmung zulässt. Dies minimiert das Geräusch.

Bevorzugt befinden sich in dem Gehäuse auf der zu dem Wärmetauscher gegenüberliegenden Seite Ventilationsschlitze, so dass die sich in dem Gehäuse befindlichen Bauteile kontinuierlich in dem entstehenden Luftstrom gekühlt werden. Der Wärmetauscher wirkt gleichzeitig als Schalldämpfer für die aus dem Gehäuse ausströmende Luft.

Die Fluidkühlvorrichtung 10 hat einen sehr geringen Platzbedarf und eine sehr geringe Masse in der Nähe des zu kühlenden Bauteils 12.

Die magnetische Kopplung von Lüfter 30 und Pumpe 24 vermindert den Raumbedarf, die Teileanzahl und damit die Herstellkosten. Weiterhin wird kein zusätzlicher elektrischer Anschluss für die Pumpe 24 benötigt.

Der Elektromotor 76, z.B. ein elektronisch kommutierter Außen- oder Innenläufermotor, ist bevorzugt in seiner Drehzahl regelbar, z.B. in Abhängigkeit von der Temperatur des zu kühlenden Bauteils 12, vgl. Fig. 7. Dadurch kann die Kühlleistung bzw. die Drehzahl so niedrig wie notwendig gehalten werden und muss nur bei entsprechend hoher Umgebungstemperatur und/oder hoher Rechenleistung erhöht werden. Die erzeugten Geräusche werden damit ebenfalls vermindert, was z.B. bei einer Rechenanlage in einem Büro sehr vorteilhaft ist.

Der Wärmeaufnehmer und der Wärmetauscher sind bevorzugt in Flachrohrtechnologie ausgeführt. Dadurch ist eine äußerst kompakte Bauweise, eine maximale Leistungsdichte und eine Gewichtsverringerung erreichbar. Dies ist sehr vorteilhaft bei einem Einsatz des Wärmeaufnehmers direkt auf einem zu kühlenden Prozessor eines Computers, da Prozessoren mechanisch nur gering belastbar sind und die verfügbare Wärmeübertragungsfläche sehr gering ist.

Für den Ein- und Austritt 60, 62, 90, 92 werden Tiefziehteile bevorzugt.

Zur Verbesserung des Wirkungsgrads der Flachrohre werden bevorzugt Lamellen 96 eingesetzt.

Die Flachrohre sind bevorzugt Strangpressteile.

Für die Wärmeübertragung ist es vorteilhaft, dass die Grundfläche des Wärmeaufnehmers eben ist und eine geringe Rauhtiefe aufweist.

Alle vorgenannten Elemente sind sehr wirtschaftlich herstellbar und ffügbar, so dass das Gesamtprodukt kostengünstig herstellbar ist.

Bevorzugt wird als Lüfter ein Radiallüfter gewählt, wobei der Wärmetauscher bevorzugt um die Mantelfläche des Radiallüfters angeordnet werden kann. Das Anbringen des Wärmetauschers um die Mantelfläche des Radiallüfters vergrößert die Wärmetauscherfläche und damit die Kühlleistung. Der Wärmetauscher weist beispielsweise Fluidkanäle auf, welche sich auf der Mantelfläche von der einen Stirnseite des Radiallüfters bis zu der gegenüberliegenden Stirnseite erstrecken.

**Fig. 11** zeigt einen Ausschnitt einer Lamelle 96 des Wärmetauschers 28 mit einem ausgebogenen Blechstück 130, welches als Jalousie bezeichnet wird. Das ausgebogene Blechstück 130 wird durch Stanzen von drei ein U bildenden Seiten 131', 131" und 131''' und anschließendes Ausbiegen des durch die drei Seiten 131', 131" und 131''' definierten Blechstücks 130 hergestellt. Durch das Anbringen einer Vielzahl solcher ausgebogener Blechstücke 130 auf den Lamellen 96 wird beispielsweise eine Verbesserung der Kühlleistung des Wärmetauschers um 80 % erreicht. Bevorzugt zeigt das offene Ende 132 des ausgebogenen Blechstücks 130 gegen die Richtung 134 der Luftströmung durch den Wärmetauscher 28.

**Fig. 12** zeigt einen Ausschnitt einer Lamelle 96 des Wärmetauschers 28 mit einer weiteren Ausführungsform eines ausgebogenen Blechstücks 135. Dieses wird durch Einschneiden der Lamelle 96 mit einem Schnitt 136 und anschließendes Tiefziehen und Ausbiegen hergestellt. Durch das Ausbiegen ergibt sich eine Öffnung 138, durch welche Luft durchströmen kann. Die offene



Seite 137 des ausgebogenen Blechstücks ist bevorzugt gegen die Richtung 139 der Luftströmung gerichtet.

Fig. 13 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für eine Temperatur-Drehzahl-Kennlinie 150, welche die Drehzahl  $n$  des Lüfters 30 der Flüssigkeitskühlung 10 und damit auch die Drehzahl der Pumpe 24 angibt. Diese Temperatur-Drehzahlkennlinie 150 wird bevorzugt in Verbindung mit einer Messung der Temperatur des Kühlmittels 52 verwendet. Hierzu wird der Messfühler 120 (vgl. Fig. 7) bevorzugt in der Nähe des  $\mu P$  12 an einer Stelle im Kühlmittelkreislauf positioniert, an der das Kühlmittel bereits die Wärme des  $\mu P$  12 aufgenommen hat.

Die Drehzahl des Lüfters 30 wird in Abhängigkeit von dem sich aus der Temperatur-Drehzahl-Kennlinie 150 ergebenden Drehzahlwert  $n$  gesteuert oder bevorzugt geregelt.

Gemäß der Temperatur-Drehzahl-Kennlinie wird bis zu einer ersten Temperatur  $T_1$ , z.B. 30 °C, eine Mindestdrehzahl  $n_1$  vorgegeben, bei der der Lüfter 30 sehr leise arbeitet. Dadurch wird ständig eine Mindestkühlung aufrecht erhalten, welche erfahrungsgemäß notwendig ist. Steigt die Temperatur  $T$  im Kühlmittel auf  $T > T_1$ , so wird die Drehzahl  $n$  des Lüfters 30 angehoben, bis bei einer Temperatur  $T_2$ , z.B. 70 °C, die maximale Drehzahl  $n_2$  des Lüfters 30 erreicht wird. An diesem Betriebspunkt sind die Strömungsgeschwindigkeiten sowohl im geschlossenen Fluidstrom als auch im offenen Lüfterstrom maximal, und es stellt sich der maximale Wärmeübergang ein. Somit wird auch die maximale Wärmelast abgeführt. Die Abhängigkeit der Drehzahl  $n$  von der Temperatur  $T$

ist linear dargestellt, kann aber in anderen Fällen auch einen anderen wie z.B. exponentiellen Charakter haben.

Bei zu kühlenden Bauteilen, insbesondere  $\mu$ Ps, welche einen internen Temperaturmessfühler aufweisen, kann auch dessen Temperaturinformation zur Bestimmung der Drehzahl  $n$  angewandt werden. Die Temperaturinformation wird hierzu beispielsweise an geeigneter Stelle von der Hauptplatine abgegriffen.

## Patentansprüche

1. Anordnung (10) zum Kühlen eines Bauteils, insbesondere eines elektronischen Bauteils, welche aufweist:  
eine Pumpe (24) zum Pumpen eines Kühlmittels (52), welche Pumpe (24) einen Pumpenrotor (84) aufweist,  
einen Lüfter (30), welcher einen Lüfterrotor (78) aufweist, dem zu seinem Antrieb ein Elektromotor (76) zugeordnet ist,  
wobei der Pumpenrotor (84) und der Lüfterrotor (78) fluiddicht voneinander getrennt und über eine Magnetkupplung (80, 84) antriebsmäßig miteinander verbunden sind.
2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Magnetkupplung (80, 84) eine Magnetglocke (80) aufweist, welche mit dem Lüfterrotor (78) verbunden ist, der Pumpenrotor (84) mindestens teilweise aus einem magnetischen Werkstoff ausgebildet ist, und die Magnetglocke (80) derart relativ zu dem Pumpenrotor (84) angeordnet ist, dass eine Drehung der Magnetglocke (80) über die Magnetkupplung eine Drehung des Pumpenrotors (84) bewirkt.
3. Anordnung nach Anspruch 2, wobei der Pumpenrotor (84) aus einem Werkstoff, insbesondere Kunststoff, gefertigt ist, in welchem Werkstoff magnetisierte Magnetpartikel oder -segmente eingebettet sind.

4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der Pumpenrotor (84) eine Mehrzahl von Pumpenschaufeln (86) zur Erzeugung einer Strömung des Kühlmittels (52) aufweist.
5. Anordnung nach Anspruch 4,  
wobei die Pumpenschaufeln (86) mit dem Pumpenrotor (84) einteilig ausgebildet sind.
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der Lüfter (30) ein Lüftergehäuse (71) und die Pumpe (24) ein Pumpengehäuse (82) aufweist, und  
mit einem Pumpenhalteglied (72), welches das Lüftergehäuse (71) mit dem Pumpengehäuse (82) verbindet.
7. Anordnung nach Anspruch 6,  
wobei das Lüftergehäuse (71) und das Pumpenhalteglied (72) einteilig ausgeführt sind.
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
welche einen Wärmetauscher (28) zum Abkühlen des Kühlmittels (52) aufweist, welcher in einem Luftstrombereich des Lüfters (30) liegt und mit der Pumpe (24) für das Kühlmittel (52) in Fluidverbindung steht.
9. Anordnung nach Anspruch 8,  
wobei der Wärmetauscher (28) als Flachrohrwärmetauscher ausgebildet ist.

10. Anordnung nach Anspruch 8 oder 9,  
wobei der Wärmetauscher (28) eine Mehrzahl von Lamellen (96) zur Durchströmung von Luft aufweist.
11. Anordnung nach Anspruch 10,  
wobei die Lamellen (96) eine Mehrzahl von Jalousien (130, 135) zur Verbesserung der Wärmeaufnahme durch die durchströmende Luft aufweisen.
12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 bis 11,  
wobei der Wärmetauscher (28) ein Wärmetauschergehäuse (88) und der Lüfter (30) ein Lüftergehäuse (71) aufweist,  
und das Wärmetauschergehäuse (88) und das Lüftergehäuse (71) einteilig ausgebildet sind.
13. Anordnung nach Anspruch 12,  
welche ein Pumpenhalteglied (72) aufweist, welches das Lüftergehäuse (71) mit der Pumpe (24) verbindet,  
wobei das Wärmetauschergehäuse (88), das Lüftergehäuse (71) und das Pumpenhalteglied (72) einteilig ausgebildet sind.
14. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
welche einen Wärmeaufnehmer (20) zum Kühlen eines Bauteils aufweist,  
welcher Wärmeaufnehmer (20) sowohl mit der Pumpe (24) als auch mit dem Wärmetauscher (28) in Fluidverbindung steht und mit diesen einen Kühlmittelkreislauf bildet.

15. Anordnung nach Anspruch 14,  
wobei der Wärmeaufnehmer (20) als Flachrohrwärmeaufnehmer  
ausgebildet ist.
16. Anordnung nach Anspruch 15, wobei der Wärmeaufnehmer (20) einen  
Wärmeaufnahmekörper (64) aufweist, welcher aus Kupfer oder Aluminium  
hergestellt ist.
17. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem  
Elektromotor (76) ein Drehzahlregler (122) zugeordnet ist.
18. Anordnung nach Anspruch 17,  
welche einen Temperatursensor (120) aufweist, welcher mit dem  
Drehzahlregler (122) zur Steuerung einer temperaturabhängigen Drehzahl  
verbunden ist.
19. Anordnung nach Anspruch 18,  
wobei der Temperatursensor (120) ein NTC-Widerstand ist.
20. Anordnung nach Anspruch 18 oder 19,  
wobei der Temperatursensor (120) im Bereich des Wärmeaufnehmers (20)  
angeordnet ist.
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 20,  
wobei der Temperatursensor (120) im Bereich eines zu kühlenden Bauteils  
(12) angeordnet ist.

22. Anordnung nach einem der Ansprüche 18 bis 21,  
wobei der Temperatursensor (120) zumindest teilweise im  
Kühlmittelkreislauf angeordnet ist.
23. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der Lüfter (30) als Radiallüfter ausgebildet ist.
24. Verfahren zum Kühlen eines Bauteils,  
mit einem Lüfter (30), welcher einen Lüfterrotor (78) und einen  
Antriebsmotor (76) aufweist,  
mit einer Pumpe (24), welche einen Pumpenrotor (84) aufweist,  
mit einem Kühlmittel (52), welches durch die Pumpe (24) pumpbar ist,  
mit einer Magnetkupplung (80, 84), welche den Lüfterrotor (78) und den  
Pumpenrotor (84) antriebsmäßig verbindet,  
mit folgenden Schritten:  
A) Der Lüfterrotor (78) wird durch den Antriebsmotor (76) in eine  
Rotationsbewegung versetzt;  
B) der Pumpenrotor (84) wird über die Magnetkupplung (80, 84) durch die  
Rotationsbewegung des Lüfterrotors (78) in eine Rotationsbewegung  
versetzt;  
C) das Kühlmittel (52) wird durch die Rotationsbewegung des  
Pumpenrotors (84) in Strömung versetzt.
25. Verfahren nach Anspruch 24,  
mit einem Wärmetauscher (28) zum Abkühlen des Kühlmittels, welcher in  
Fluidverbindung zu der Pumpe (24) steht,  
welches Verfahren zusätzlich folgende Schritte aufweist:

A2) Durch die Rotationsbewegung des Lüfterrotors (78) wird Luft in Strömung versetzt;

C2) das Kühlmittel (52) wird von der Pumpe (24) durch den Wärmetauscher (28) gepumpt;

C3) das Kühlmittel wird durch den Wärmestrom vom Kühlmittel (52) zu der in Strömung versetzten Luft abgekühlt.

26. Verfahren nach Anspruch 25,

mit einem Wärmeaufnehmer (20) zum Abkühlen eines Bauelements, welcher in Fluidverbindung mit der Pumpe (24) und dem Wärmetauscher (28) steht,

welches Verfahren zusätzlich folgenden Schritt aufweist:

C4) Das Kühlmittel (52) wird von der Pumpe (24) durch den Wärmeaufnehmer (20) gepumpt.

27. Verfahren nach Anspruch 26,

wobei die Pumpe (24), der Wärmetauscher (28) und der Wärmeaufnehmer (20) einen Kühlmittelkreislauf bilden,

welches Verfahren zusätzlich folgenden Schritt aufweist:

C5) Das Kühlmittel wird in der Reihenfolge Pumpe (24), Wärmetauscher (28), Wärmeaufnehmer (20), Pumpe (24) durch den Kühlmittelkreislauf gepumpt.

28. Verfahren nach Anspruch 26,

wobei die Pumpe (24), der Wärmetauscher (28) und der Wärmeaufnehmer (20) einen Kühlmittelkreislauf bilden,

welches Verfahren zusätzlich folgenden Schritt aufweist:



C6) Das Kühlmittel (52) wird in der Reihenfolge Pumpe (24), Wärmeaufnehmer (20), Wärmetauscher (28), Pumpe (24) durch den Kühlmittelkreislauf gepumpt.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 28, mit einem Gehäuse, insbesondere einem Computergehäuse, in welchem sich der Wärmetauscher befindet, welches Verfahren zusätzlich folgenden Schritt aufweist:

A3) Die durch den Wärmetauscher (28) erwärmte Luft wird unmittelbar aus dem Gehäuse herausgeführt.

30. Verfahren nach Anspruch 29, welches Verfahren zusätzlich folgenden Schritt aufweist:

A4) Die durch die Rotationsbewegung des Lüfterrotors (78) in das Gehäuse einströmende Luft wird über weitere sich im Gehäuse befindliche Bauteile, insbesondere Grafikkarten, Chipsätze, Festplatten und Netzteile, geleitet.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 24 bis 30, wobei der Antriebsmotor (76) einen Drehzahlregler aufweist, mit einem Temperatursensor, welcher ein Sensorsignal erzeugt, welches Verfahren zusätzlich folgende Schritte aufweist:

A5) Das Sensorsignal wird einem Solldrehzahlwert zugeordnet;

A6) Durch den Drehzahlregler wird die Drehzahl des Antriebsmotors (76) auf den Solldrehzahlwert geregelt.

1/9

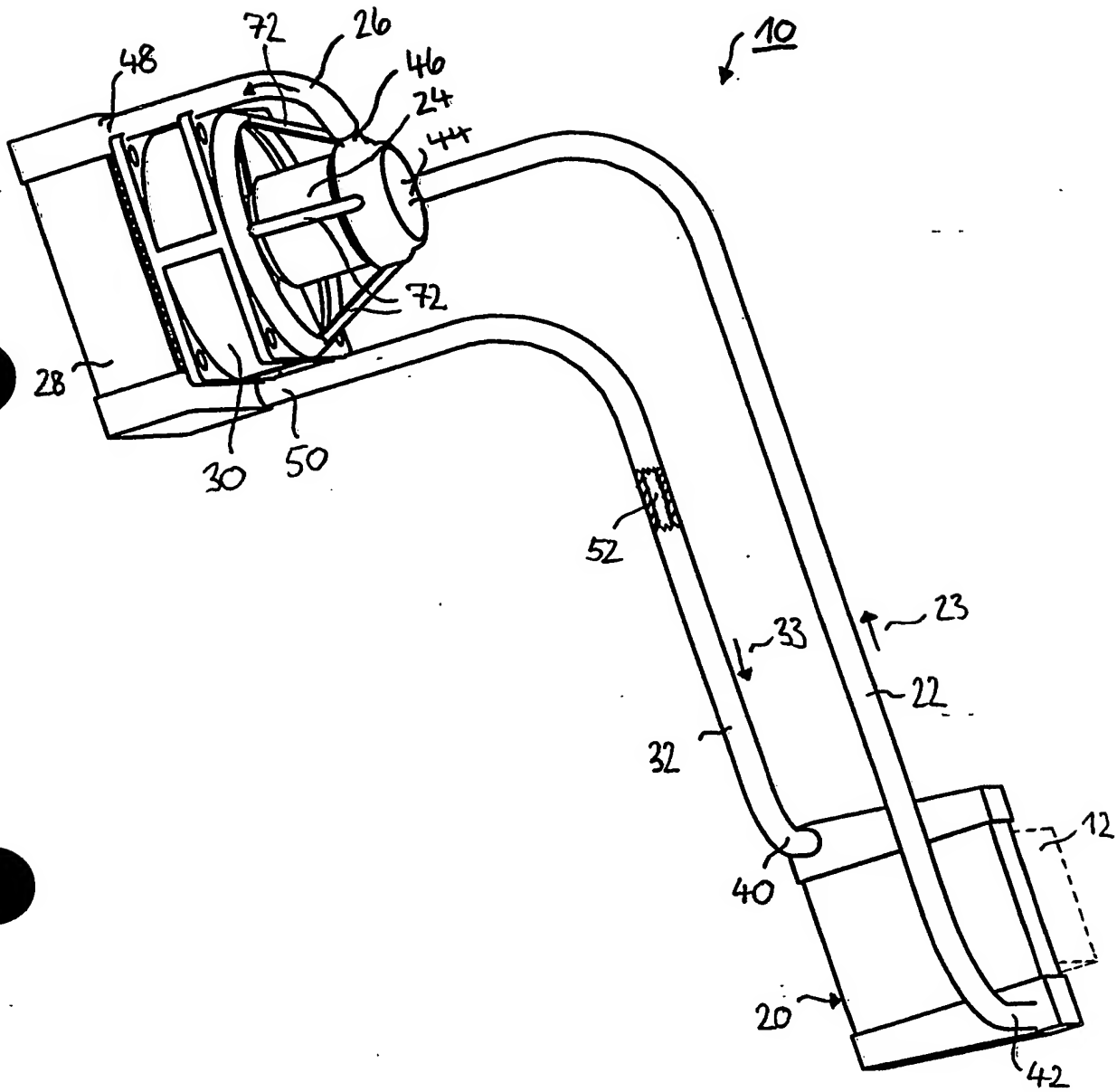


Fig. 1

2/9

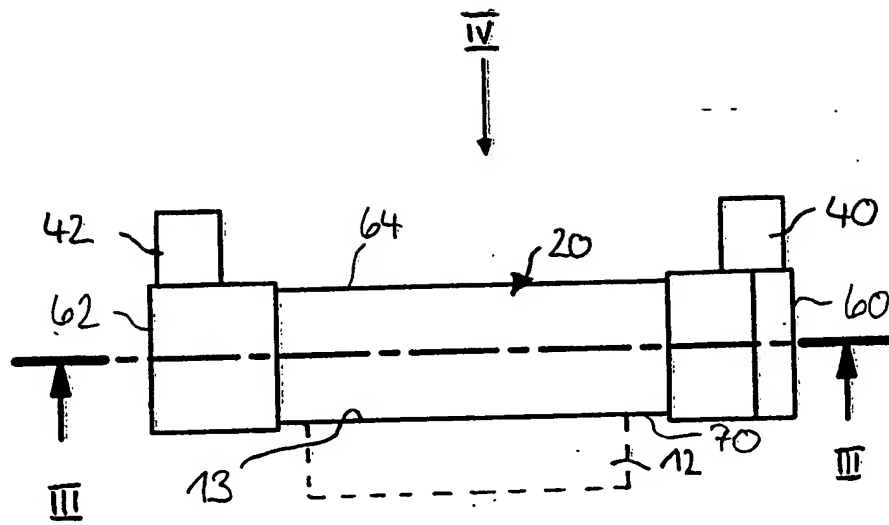


Fig. 2

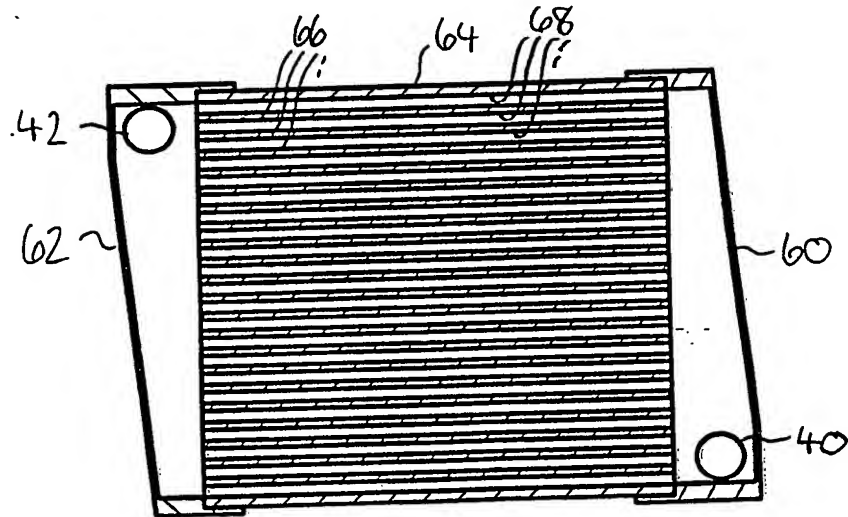


Fig. 3

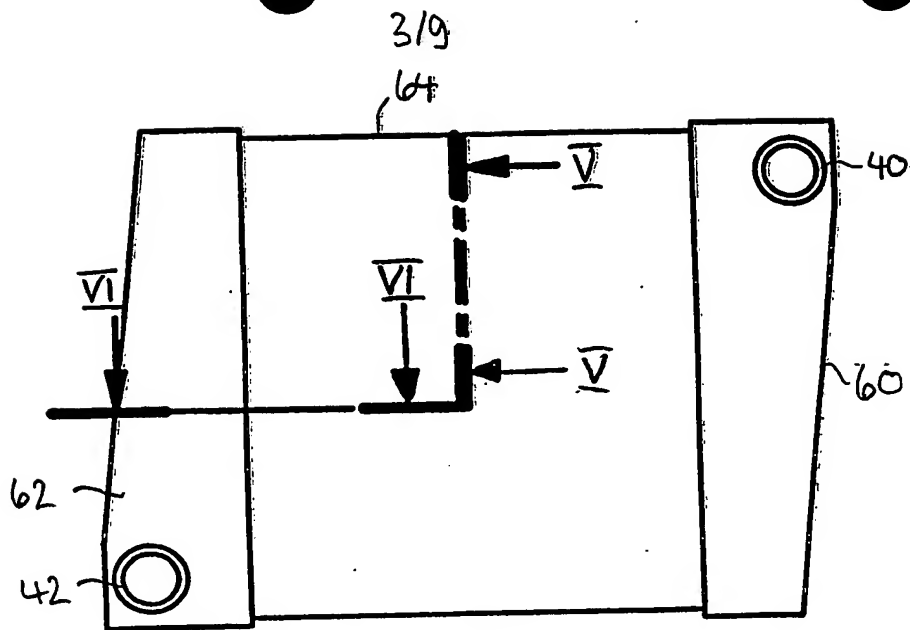


Fig. 4

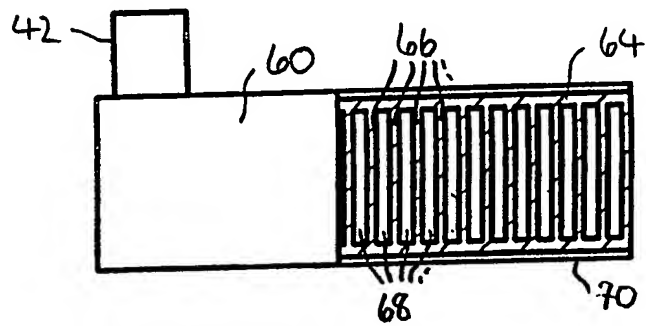


Fig. 5

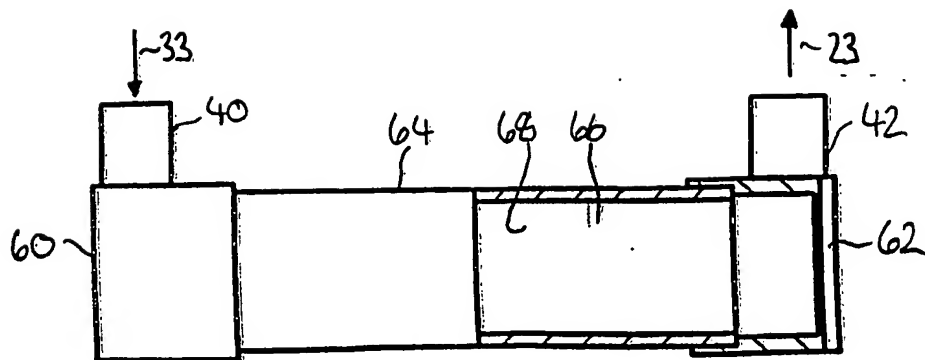


Fig. 6

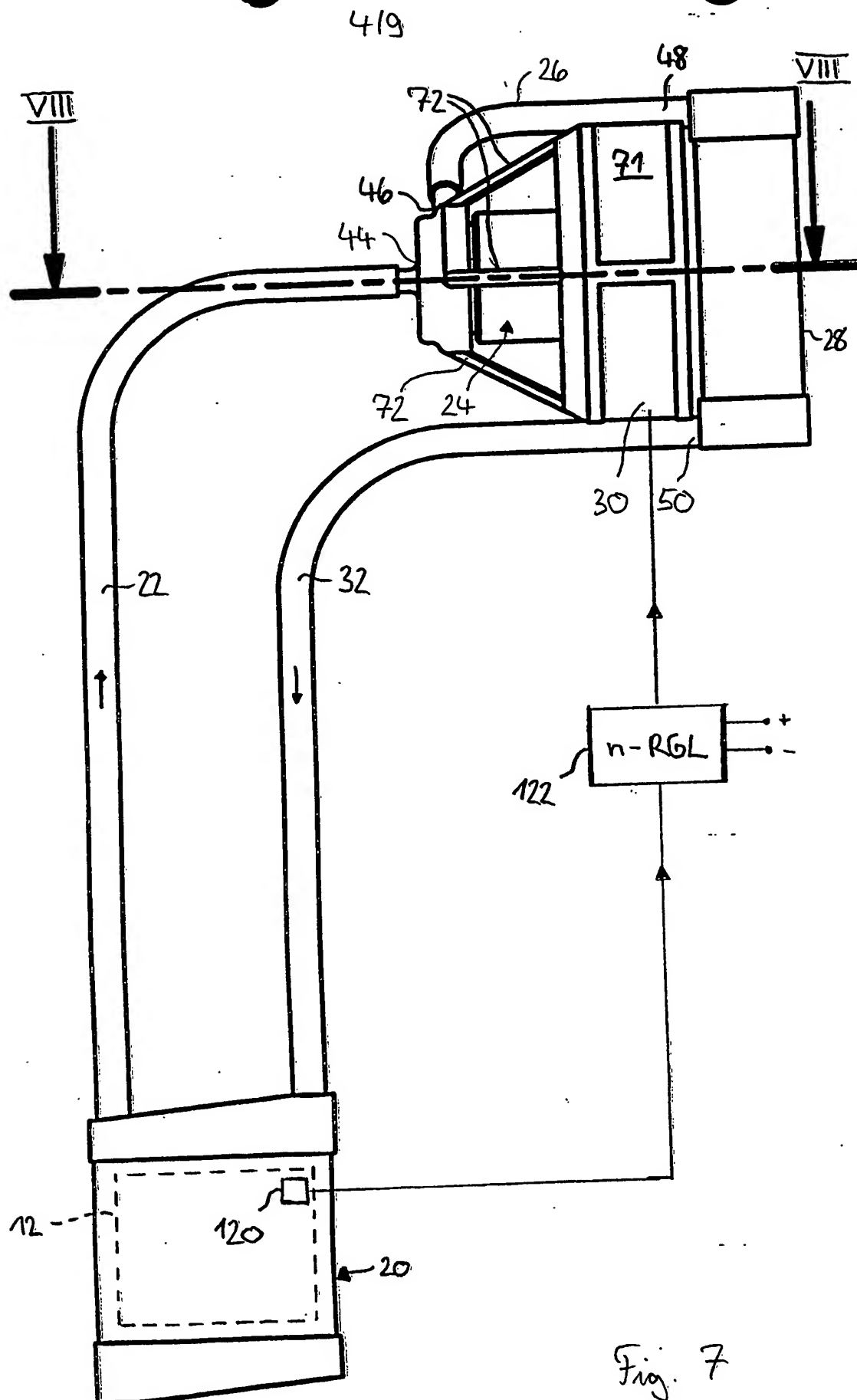


Fig. 7

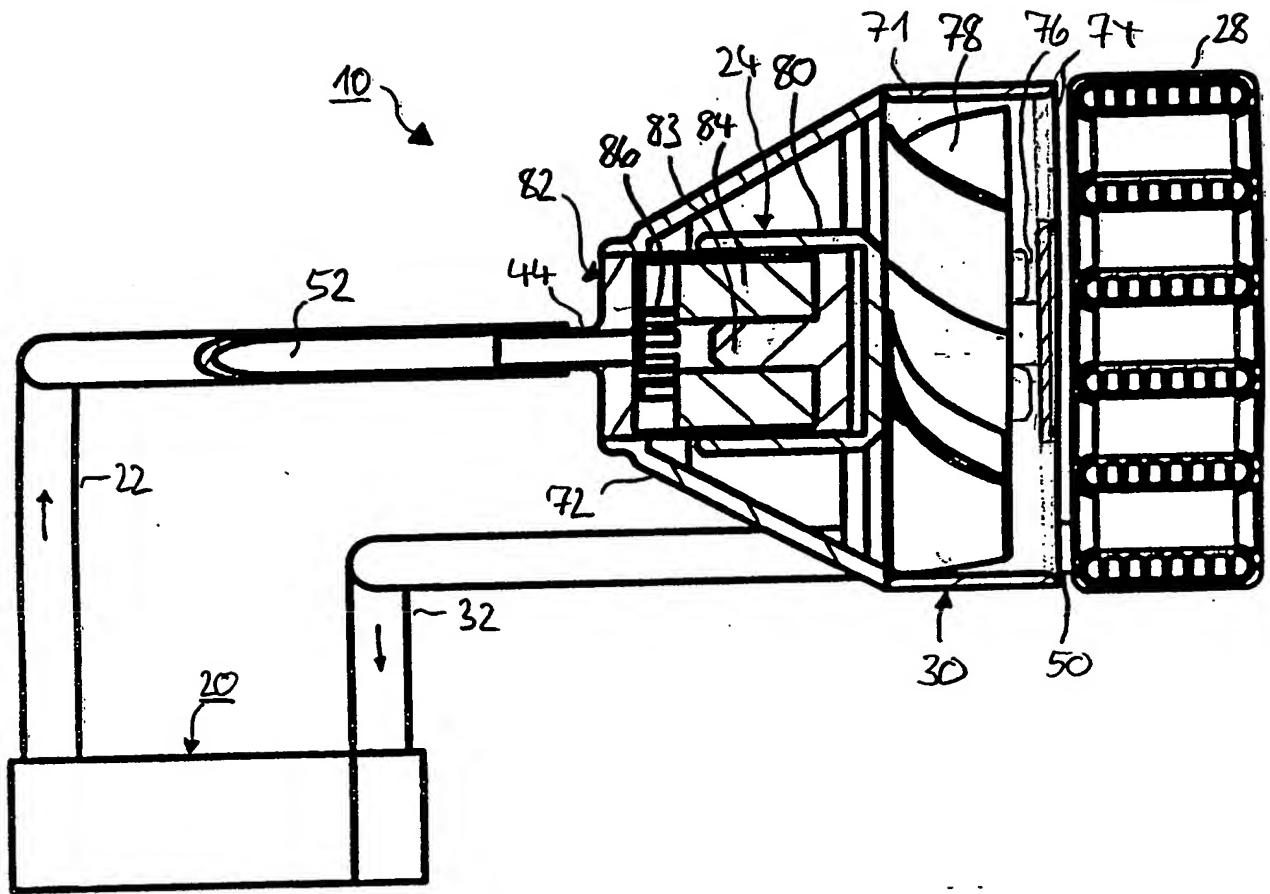


Fig. 8

619

24

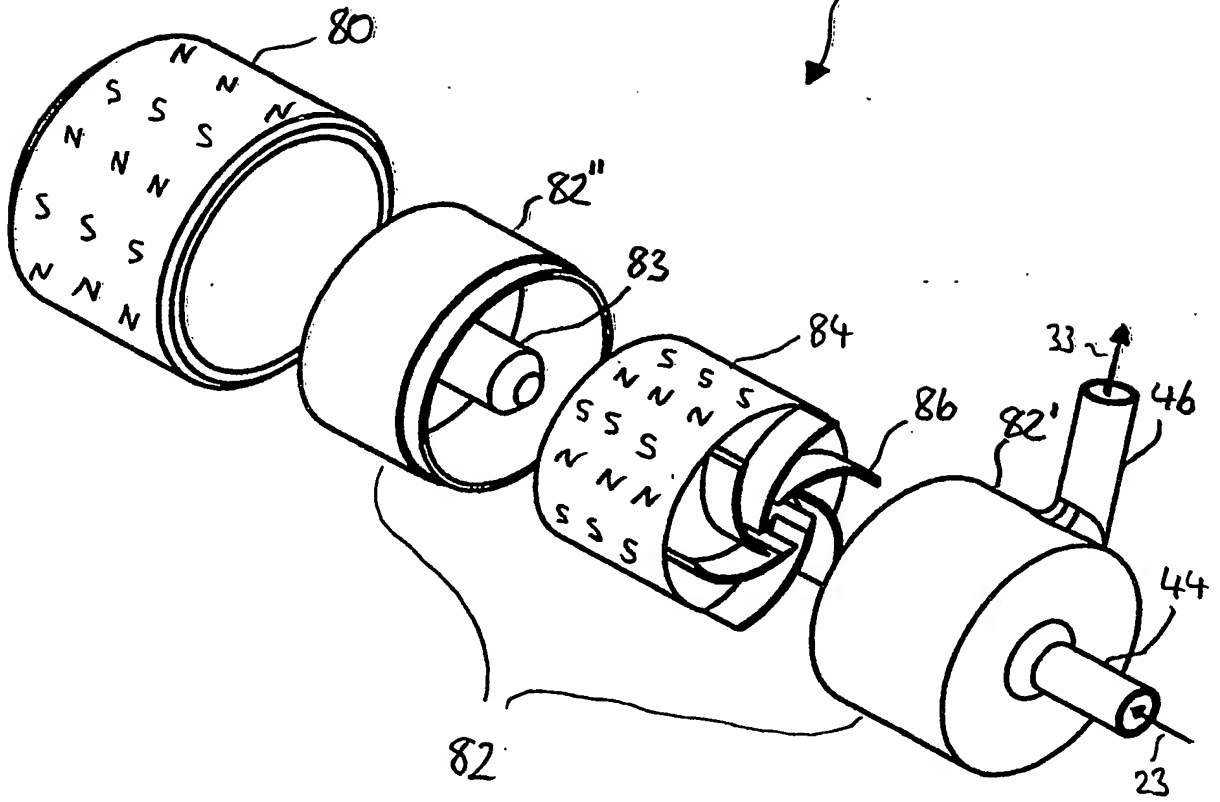


Fig. 9

719

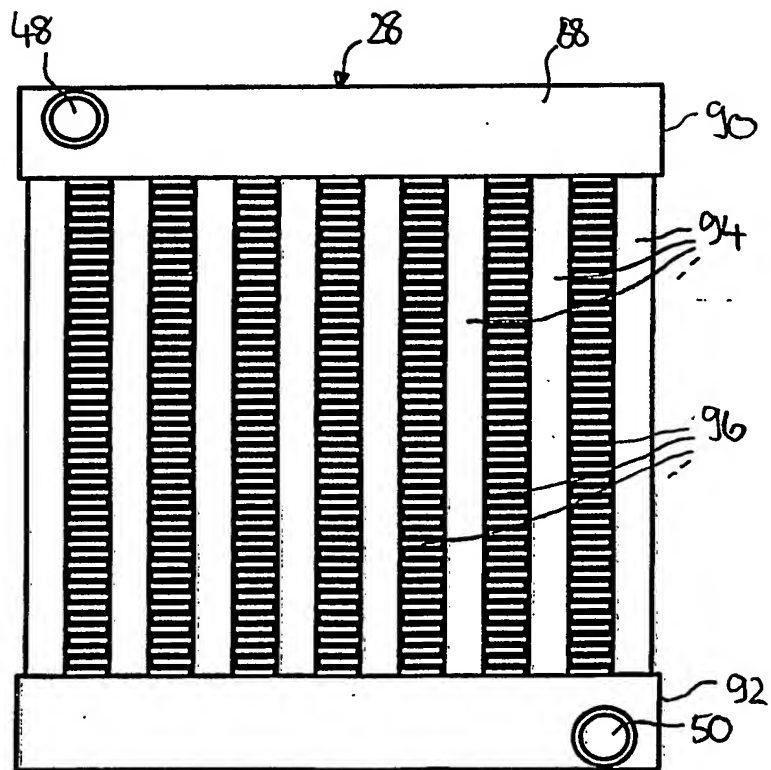


Fig. 10



8/9

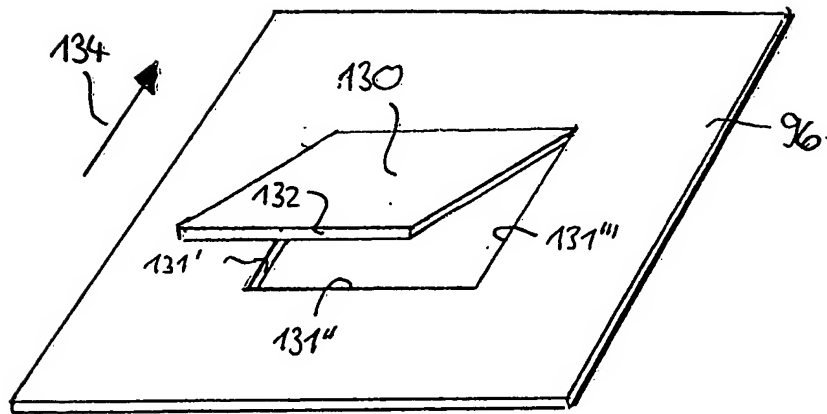


Fig. 11

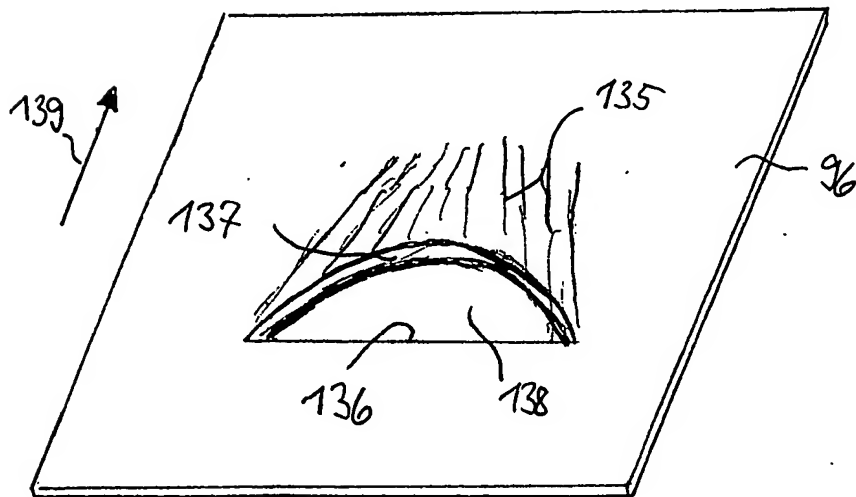


Fig. 12

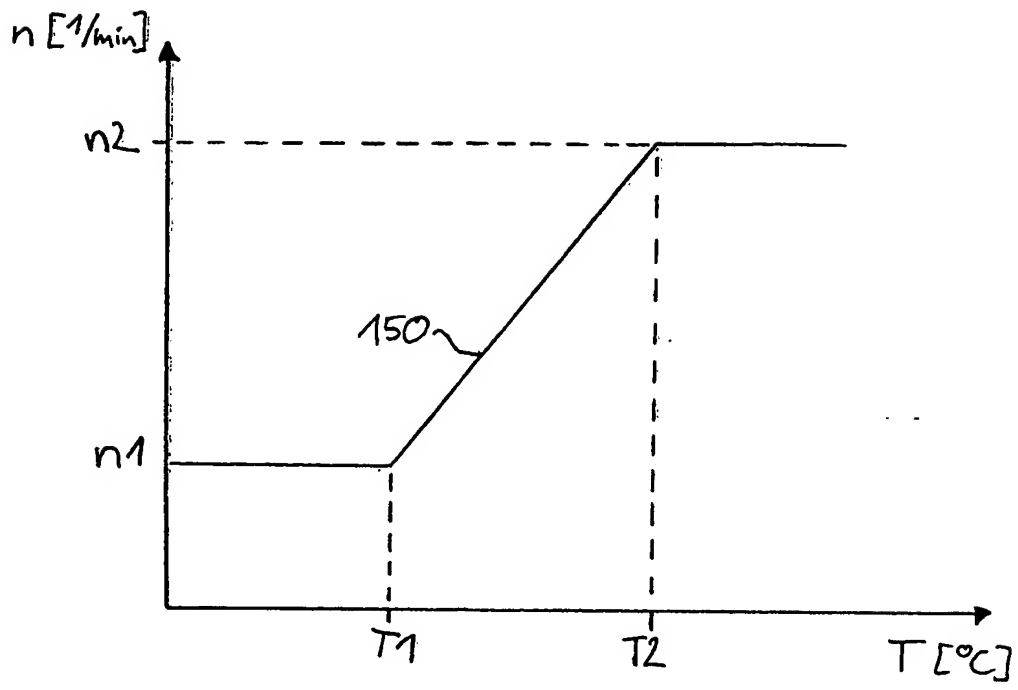


Fig. 13